

ชื่อ

รหัสประจำตัว

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

**PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING**

Final Exam:	Semester I	Academic year:	2015
Date:	December 19 th , 2015	Time:	9.00–12.00
Subject:	231-322 Particle Engineering	Room:	A400

หมายเหตุ

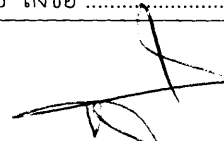
- ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ในกระดาษคำถาม 10 หน้า
- ห้ามการหยิบยืมสิ่งใดๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่นๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
- ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
- ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบ ก่อนจะลุกจากที่นั่ง
- เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
- ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา
- ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

<input checked="" type="checkbox"/> ตำรา	<input checked="" type="checkbox"/> หนังสือ	<input checked="" type="checkbox"/> เครื่องคิดเลข
<input checked="" type="checkbox"/> กระดาษ A4	<input checked="" type="checkbox"/> พจนานุกรม	<input checked="" type="checkbox"/> อื่น ๆ (เอกสารทุกชนิด)
- ให้ทำข้อสอบโดยใช้

<input checked="" type="checkbox"/> ดินสอ (HB ขึ้นไป)	<input checked="" type="checkbox"/> ปากกา
---	---

Question #	1	2	3	4	5	6	Total
Total Score	40	15	20	25	10	30	140
Score							

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ



อ.สุธรรม สุขมณี
ผู้ออกข้อสอบ
3 ธันวาคม 2558

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

- 1) กระบวนการกรองสารละลายขุ่น (Slurry) ของ Zinc sulphide (ZnS) ซึ่งมีความหนาแน่นจริง 4090 kg/m^3 ในน้ำ (ความหนาแน่น 995 kg/m^3 และความหนืด 0.76 mPa.s) โดยใช้เครื่องกรองแบบ Shell and leaf ซึ่งมีพื้นที่ในการกรอง 10 m^2 ประกอบด้วย การกรองแบบอัตราการกรองคงที่ จากความดันลดในการกรองเริ่มต้น 40 kPa ถึง 350 kPa โดยใช้เวลาในการกรองช่วงนี้ 15 นาที และได้ปริมาตรของสารละลายใส (Filtrate) 2.5 m^3 จากนั้นจึงทำการกรองโดยควบคุมความดันลดในการกรองคงที่ 350 kPa เป็นเวลา 45 นาที ขั้นตอนต่อไปเป็นการล้างเค้กกรองโดยใช้น้ำปริมาตร 1.8 m^3 ที่ความดันลดในการล้างเค้ก 350 kPa เช่นเดียวกัน กำหนดให้เค้กกรองที่ได้ไม่ยุบตัว (Incompressible) มีความพรุน 0.6 และมวลของเค้กแห้งต่อปริมาตรของสารละลายใส 200 kg/m^3
- 1.1 (25 คะแนน) ปริมาณเค้กแห้งที่ได้จากกระบวนการนี้มีค่าเท่าใด

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

1.2 (10 คะแนน) หากใช้เวลาในการเตรียมการทั้งก่อนและหลังกรอง 30 นาที เวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน 1 รอบ (Operating cycle) เป็นเท่าใด

1.3 (5 คะแนน) ขอให้ท่านอธิบายผลจากการปรับลดหรือเพิ่มเวลาในการกรองความดันลดในการกรองคังที่ ว่ามีผลต่อปริมาณเค้กแห้งที่ได้ และเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานอย่างไร

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

- 2) (15 คะแนน) Peeler centrifuge filter เป็นเครื่องกรองแบบ centrifuge ซึ่งทำงานแบบต่อเนื่องจากกลไกการควบคุม
 ชั้นความหนาของเค้กในตะกร้ากรอง ขอให้ท่านคาดหมายอัตราการกรองของ Peeler centrifuge filter ซึ่งมีรัศมีของ
 ตัวถังชั้นใน 0.2 m รัศมีของตัวถังชั้นนอก 0.4 m ระดับบรรจุ 0.5 m รอบการหมุนของตะกร้ากรอง 2000 rpm นำไปใช้
 ในการกรองสารละลายขุ่นของของแข็งซึ่งมีความหนาแน่น 4250 kg/m^3 ในน้ำซึ่งมีความหนาแน่น 995 kg/m^3 ความ
 หนืด $0.76 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ โดยควบคุมความหนาของเค้กกรองไว้ที่ 0.15 m กำหนดให้ตัวกลางกรองที่ใช้มีความต้านทาน
 $6.75 \times 10^{10} \text{ m}^{-1}$ เค้กกรองมีความพรุน 0.74 ความต้านทานจำเพาะ $1.60 \times 10^{11} \text{ m/kg}$

ชื่อ

รหัสประจำตัว

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

- 3) (20 คะแนน) ถังกวนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) 3.0 m. ใช้เป็นปฏิกรณ์แบบกะ (Batch reactor) สำหรับปฏิกิริยาในวัฏภาคของเหลว ติดตั้งใบพัดกวนแบบ 6-Straight blade turbine (6BF) มีค่า Shape factor: $S_1 = 1/3, S_2 = 1/3, S_3 = 1/4, S_4 = 1/5, S_5 = 1/12$ และ $S_6 = 1$ ไม้ที่กึ่งกลางถังพร้อม Baffle จำนวน 4 แผ่น โดยใบพัดกวนหมุนด้วยความเร็วรอบ 45 rpm ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าความหนาแน่นและความหนืดของส่วนผสมในปฏิกรณ์ มีค่าเปลี่ยนแปลงตามร้อยละการเปลี่ยน (Percent of conversion) ของสารเข้าทำปฏิกิริยาจำกัด (Limiting reactant) ดังนี้

Degree of conversion, %	0	50	100
Density of mixture, kg/m^3	894	970	1004
Viscosity of mixture, Pa.s	0.067	0.727	104

หากเวลาในการทำปฏิกิริยาสามารถกำหนดได้จากเวลาที่ใช้ในการผสม ขอให้ท่านกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาแต่ละกะ รวมทั้งกำลังงานขั้นต่ำของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการหมุนใบพัดกวน

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

- 4) ถังกวนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) 3.0 m. ใช้เป็นอุปกรณ์กำจัดสารอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds) ออกจากน้ำโดยใช้อากาศร้อน ติดตั้งใบพัดกวนแบบ 6-Straight blade turbine (6BF) มีค่า Shape factor: $S_1 = 1/3$, $S_2 = 1/3$, $S_3 = 1/4$, $S_4 = 1/5$, $S_5 = 1/12$ และ $S_6 = 1$ ใว้ที่กึ่งกลางถังพร้อม Baffle จำนวน 4 แผ่น โดยน้ำมีความหนาแน่น 995 kg/m^3 ความหนืด $0.76 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ แรงตึงผิว 0.07 N/m และป้อนอากาศร้อน ความหนาแน่น 1.92 kg/m^3 ความหนืด $0.02 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ผ่าน Sparger ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูเปิดของช่องกระจายอากาศ 0.6 mm ด้วยอัตราการไหล $510 \text{ m}^3/\text{h}$ กำหนดให้ความเร็วปลายของฟองอากาศในน้ำ มีค่า 0.3 m/s และกำลังงานต่อปริมาตรน้ำ ที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของฟองอากาศในน้ำ มีค่า 475 W/m^3
- 4.1 (10 คะแนน) ขนาดเฉลี่ยของฟองอากาศที่ออกจาก Sparger มีค่าเท่าใด เกิดภาวะ Flooding ของฟองอากาศในถังกวนที่อัตราการป้อนอากาศนี้หรือไม่

ชื่อ

รหัสประจำตัว

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

4.2 (15 คะแนน) สัดส่วนปริมาตรของฟองอากาศต่อปริมาตรทั้งหมด (Air holdup) และพื้นที่ผิวของฟองอากาศต่อหน่วยปริมาตร มีค่าเท่าใด

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

- 5) (10 คะแนน) ถังกวนผสมรูปทรงกระบอกขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ (Laboratory mixer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) 160 mm. และติดตั้งใบพัดกวนแบบ 3-blade propeller ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_o) 40 mm. โดยไม่มี Baffles ใช้ในการศึกษากำลังงานและเวลาในการผสม นำผลการศึกษาไปออกแบบถังกวนผสมของเหลว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) 640 mm. ใบพัดกวนหมุนด้วยความเร็วรอบ 750 rpm โดยของเหลวที่ใช้งานจริง มีความหนาแน่น (ρ) 1040 kg/m³ ความหนืด (μ) 6.8 mPa.s
- เพื่อให้การกวนผสมของเหลว ทั้งในถังกวนขนาดเล็กและถังกวนขนาดจริงที่ไม่ได้ติดตั้ง Baffles มีความคล้ายคลึงกัน ในทางพลวัต (Dynamics similitude) Reynolds' number และ Froude's number ของใบพัดกวนต้องมีค่าเดียวกัน ขอให้ท่านใช้เงื่อนไขดังกล่าว กำหนดความเร็วรอบของใบพัดกวน และค่าความหนืดจลน์ (Kinematic viscosity) ของของเหลวที่ใช้ในถังกวนขนาดเล็ก

ชื่อ

รหัสประจำตัว

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

- 6) อนุภาคของ Silica gel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (d_p) 0.5 mm. ความหนาแน่น (ρ_p) 2200 kg/m³ บรรจุในคอลัมน์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (d_o) 500 mm. ด้วยความพรุน (ϵ_{pb}) 0.38 จนมีระดับความสูงของเบตนิ่ง (L_{pb}) 600 mm. และผ่านอากาศร้อนซึ่งมีความหนาแน่น (ρ) 1.33 kg/m³ ความหนืด (μ) 0.022 mPa.s จากตอนล่างของคอลัมน์ ผ่านเบตของอนุภาคขึ้นไปทางตอนบน เพื่อไล่ความชื้นและนำกลับมาใช้ใหม่
- 6.1 (15 คะแนน) ที่จุดต่ำสุดในการเกิด Fluidization ความพรุนของเบต (ϵ_{mf}) ความสูงของเบต (L_{mf}) ความเร็วผิวหน้าของอากาศ (U_{mf}) และความดันลดจากการไหลของอากาศผ่านเบต (ΔP_{mf}) มีค่าเท่าใด

5	6	1	0	1	1	0			
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

ชื่อ

6.2 (5 คะแนน) หากความเร็วผิวหน้าของอากาศมีค่า 0.1 m/s ความดันลดจากการไหลของอากาศผ่านเบต มีค่าเท่าใด

6.3 (10 คะแนน) ความเร็วผิวหน้าของอากาศต่ำสุด ที่ทำให้เบตเกิดสภาวะ Bubbling (U_{mb}) Slugging (U_{ms}) และ Pneumatic transport (U_{tr}) มีค่าเท่าใด